

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 7月17日

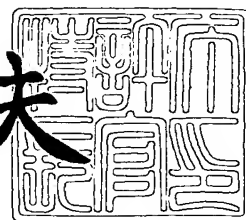
出願番号
Application Number: 特願2003-198279
[ST. 10/C]: [JP2003-198279]

出願人
Applicant(s): 株式会社村田製作所

2003年 9月17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3076396

【書類名】 特許願

【整理番号】 10676

【提出日】 平成15年 7月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/60

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田製作所内

【氏名】 東山 祐三

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代表者】 村田 泰隆

【代理人】

【識別番号】 100085497

【弁理士】

【氏名又は名称】 筒井 秀隆

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-250111

【出願日】 平成14年 8月29日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036618

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004890

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 超音波接合方法および超音波接合装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 接合部材に超音波振動を加えて被接合面に対して接合する超音波接合方法において、

上記接合部材の超音波振動方向の両側面を、所定の超音波振動を印加する印加部材と、挟持部材とで挟持し、

上記挟持部材は、上記印加部材から接合部材を介して伝達される超音波振動によって、印加部材と同一方向でかつほぼ同一振幅で同期振動するように設定され、上記挟持部材が接合部材を印加部材に対して押し付けた状態で接合部材を被接合面に対して接合することを特徴とする超音波接合方法。

【請求項 2】 上記挟持部材の振幅と上記印加部材の振幅とがほぼ等しくなるように、上記挟持部材の共振周波数を上記超音波振動の周波数に対してずらしたことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波接合方法。

【請求項 3】 上記超音波振動の印加と同時に、上記接合部材が被接合面に対して圧接する方向に上記印加部材に所定の押圧荷重を印加することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の超音波接合方法。

【請求項 4】 上記超音波振動の印加と同時に、上記接合部材と被接合面との対向距離を制御することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の超音波接合方法。

【請求項 5】 接合部材に超音波振動を加えて被接合面に対して接合する超音波接合装置において、

超音波振動を発生する振動子と、

上記接合部材の超音波振動方向の一側面を支え、上記振動子が発生する超音波振動を接合部材に印加する印加部材と、

上記接合部材の超音波振動方向の他側面を支え、上記印加部材から接合部材を介して伝達される超音波振動によって、印加部材と同一方向でかつほぼ同一振幅で同期振動する挟持部材と、

上記挟持部材のノード部に連結され、上記印加部材と挟持部材とで接合部材を挟持する方向に挟持部材を付勢する付勢手段とを備え、

上記印加部材と挟持部材と接合部材とを、超音波振動方向に一体的に振動可能としたことを特徴とする超音波接合装置。

【請求項 6】 上記印加部材は、上記接合部材の超音波振動方向の一側面を支える第 1 面と、被接合面に対してほぼ平行で上記接合部材の上面を支える第 2 面とを有し、上記第 2 面には上記接合部材を吸着する吸着穴が設けられていることを特徴とする請求項 5 に記載の超音波接合装置。

【請求項 7】 上記印加部材に下向きの押圧荷重を印加し、この押圧荷重を制御する荷重制御手段を設けたことを特徴とする請求項 6 に記載の超音波接合装置。

【請求項 8】 上記印加部材の降下量を制御する位置制御手段を設けたことを特徴とする請求項 6 に記載の超音波接合装置。

【請求項 9】 上記印加部材は、略左右対称な略逆三角形状に形成された超音波ホーンよりなり、

上記超音波ホーンの左右少なくとも一方の頂部に上記振動子を取り付けられ、
上記超音波ホーンの下頂部に、上記接合部材に超音波振動を与える出力部が設けられ、

上記振動子から超音波ホーンの左右いずれかの頂部に隣接する斜辺に対してほぼ平行な超音波振動が入力されたとき、上記出力部から水平方向の超音波振動が出力されることを特徴とする請求項 5 ないし 8 の何れかに記載の超音波接合装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は接合部材に超音波振動を加えて被接合面に対して接合する超音波接合法および超音波接合装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

【特許文献 1】 特開 2001-44242 号公報

【特許文献 2】 特開 2001-110850 号公報

半導体素子や圧電素子などの電子部品を基板などにフリップチップ実装する際に、超音波接合装置が広く用いられている。

特許文献 1 には、接合部材に押圧荷重と超音波振動とを作用させながら、接合部材を被接合面に接合する超音波接合装置が開示されている。この超音波接合装置は、図 8 に示すように、先細形状のホーン 7 0 の一端部にホーン 7 0 の長さ方向の縦振動を印加する振動子 7 1 を装着し、ホーン 7 0 の縦振動の定在波の腹の位置にあって、このホーン 7 0 から縦振動の方向とほぼ直交する方向にボンディングツール 7 2 を取り付けられている。そして、ホーン 7 0 の略中央部に押圧荷重を印加する加圧手段との連結部 7 3 が設けられている。ホーン 7 0 が振動すると、ボンディングツール 7 2 の先端の接合部材 7 4 との接触部 7 2 a に略水平な振動が伝達される。このとき、接合部材 7 4 に対する振動の伝達は、接合部材 7 4 をボンディングツール 7 2 の接触部 7 2 a で押し付けた時に生じる摩擦力で行なわれる。

【0 0 0 3】

図 8 に示す構成では、接合部材 7 4 への振動の伝達が、ボンディングツール 7 2 の接触部 7 2 a と接合部材 7 4 の間の摩擦力に左右される。そのため、接合部材 7 4 と被接合面 7 5 との摩擦力が、ボンディングツール 7 2 の接触部 7 2 a と接合部材 7 4 との摩擦力より大きいと、ボンディングツール 7 2 の接触部 7 2 a と接合部材 7 4 との間で滑りが生じ、十分に接合部材 7 4 に振動が伝達されず、その結果、接合不良が生じるという問題がある。また、超音波振動の振幅が小さく（ $0.6 \mu\text{m}$ 程度が限度）、接合エネルギーが小さいため、接合に時間がかかったり、常温接合が難しいという問題があった。

【0 0 0 4】

一方、特許文献 2 には、吸着ツールに対する接合部材の超音波振動方向の位置ずれを防止した超音波接合装置が開示されている。すなわち、図 9 に示すように、接合部材 8 0 の上面に面取り部 8 0 a を予め形成し、ボンディングツール 8 1 の超音波振動方向の 2 辺に設けた面取り部 8 1 a と当接させることで、接合部材 8 0 の位置ずれを防止している。

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

この場合には、接合部材 8 0 の面取り部 8 0 a とボンディングツール 8 1 の面取

り部 81a とが当接しているため、図 8 のような摩擦力に左右されないが、接合部材 80 に面取り部 80a を新たに形成する必要から、コスト上昇を招くという問題がある。また、接合部材 80 の吸着時に、面取り部 80a, 81a が正確に当接するとは限らず、接合部材 80 が傾いてしまう恐れがある。さらに、接合部材 80 の面取り部 80a に大きな力が生じるため、接合部材 80 に割れや欠けが生じる可能性がある。

【0006】

そこで、本発明の目的は、印加部材による超音波振動を効率よく接合部材に伝えることができ、良好な接合品質を得ることができるとともに、接合部材に面取り部などの格別な加工を必要とせず、接合部材の傾きや、割れ、欠けなどの発生を防止できる超音波接合方法および超音波接合装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項 1 に係る発明は、接合部材に超音波振動を加えて被接合面に対して接合する超音波接合方法において、上記接合部材の超音波振動方向の両側面を、所定の超音波振動を印加する印加部材と、挟持部材とで挟持し、上記挟持部材は、上記印加部材から接合部材を介して伝達される超音波振動によって、印加部材と同一方向でかつほぼ同一振幅で同期振動するように設定され、上記挟持部材が接合部材を印加部材に対して押し付けた状態で接合部材を被接合面に対して接合することを特徴とする超音波接合方法を提供する。

【0008】

また、請求項 5 に係る発明は、接合部材に超音波振動を加えて被接合面に対して接合する超音波接合装置において、超音波振動を発生する振動子と、上記接合部材の超音波振動方向の一側面を支え、上記振動子が発生する超音波振動を接合部材に印加する印加部材と、上記接合部材の超音波振動方向の他側面を支え、上記印加部材から接合部材を介して伝達される超音波振動によって、印加部材と同一方向でかつほぼ同一振幅で同期振動する挟持部材と、上記挟持部材のノード部に連結され、上記印加部材と挟持部材とで接合部材を挟持する方向に挟持部材を付勢する付勢手段とを備え、上記印加部材と挟持部材と接合部材とを、超音波振動

方向に一体的に振動可能としたことを特徴とする超音波接合装置を提供する。

【0 0 0 9】

請求項 1 において、接合部材の超音波振動方向の両側面は、超音波振動を印加する印加部材と挟持部材とで挟持されているので、印加部材と接合部材と挟持部材とが同期して振動し、印加部材の振動が効率よく接合部材に伝えられる。そのため、接合部材に面取りなどの新たな加工を施すことなく、接合部材に安定して振動を伝達することができ、低コストで良好な接合品質を得ることができる。

本発明では、摩擦力に左右されずに振動を接合部材に伝達できるので、接合部材を大きな振幅（例えば $1\ \mu\text{m}$ 以上）でバラツキの小さい振動をさせることができる。そのため、接合部に対して大きな接合エネルギーを発生させることができ、短時間接合、常温接合が可能になる。

また、接合部材の超音波振動方向の両側面を印加部材と挟持部材とで挟持するので、従来の面取りを設けた場合に比べて、接合部材の一部に大きな力が作用することがなく、接合部材の割れや欠けを防止できる。

【0 0 1 0】

請求項 2 のように、挟持部材の振幅と印加部材の振幅とがほぼ等しくなるように、挟持部材の共振周波数を超音波振動の周波数に対してずらしてもよい。

挟持部材は、印加部材から接合部材を介して伝達される超音波振動によって、印加部材と同一方向でかつほぼ同一振幅で同期振動するよう設定されている。挟持部材の共振周波数を超音波振動の周波数と同一に設定してもよいが、その場合には、挟持部材の構造によっては挟持部材の振幅が印加部材の振幅より大きくなり、接合部材が印加部材あるいは挟持部材と大きく接離を繰り返す可能性がある。これにより、接合部材と印加部材および挟持部材との間に比較的大きな隙間が生じ、接合部材への振動伝達効率が低下することがある。

そこで、挟持部材の共振周波数を超音波周波数から若干ずらすことで、最大振幅を抑え、挟持部材の振幅をできるだけ印加部材に近づけることができ、接合部材と印加部材および挟持部材との間に生じる隙間が小さくなる結果、接合部材への振動伝達効率を高く維持することが可能になる。印加部材と挟持部材との振幅差は 1 0 % 以下が望ましい。

なお、挟持部材の振幅を調整する方法としては、上記のように共振周波数を超音波振動の周波数からずらす方法のほか、挟持部材の作用点（接合部材の挟持点）を振幅が最大となる点からずらす方法や、挟持部材の材質（特に減衰係数）やサイズなどを変更することで調整する方法などがある。

【0011】

請求項3のように、超音波振動の印加と同時に、接合部材が被接合面に対して圧接する方向に印加部材に所定の押圧荷重を印加してもよい。

接合部材と被接合面との間の押圧荷重を制御することによって、常に安定した接合品質を得ることができる。

【0012】

請求項4のように、超音波振動の印加と同時に、接合部材と被接合面との対向距離を制御してもよい。

この場合には、接合部材と被接合面との間の距離を位置制御することにより、接合部材と被接合面との間のギャップを制御できる。接合部材がバンプを有する高周波部品の場合、チップと基板とのギャップが特性に影響を及ぼすため、接合後のギャップの精度が要求される。また、アンダーフィル等の樹脂のギャップへの浸透具合を制御する上でも、ギャップ量の制御が重要となる。従来の摩擦力を利用した接合の場合には、摩擦力を発生させるために所定の加圧力が必要であり、そのためギャップ制御が難しかったが、本発明では、接合部材と被接合面との対向距離を制御することによって、バンプの潰れ量を一定にすることができ、チップと基板とのギャップを一定にできる。

【0013】

請求項5に係る発明において、接合部材は印加部材と挟持部材とによって挟持されており、挟持部材は印加部材から接合部材を介して伝達される超音波振動によって同期振動するので、印加部材から振動が効率よく接合部材に伝達される。挟持部材を印加部材とで接合部材を挟持する方向に付勢している付勢手段は、挟持部材のノード部に連結されているので、付勢手段に振動が伝わることはない。したがって、振動子の振動が印加部材、接合部材、挟持部材へ効率よく伝達される。

。

挟持部材は、超音波振動が外部へ漏れ出ないようにするため、印加部材とは別の部材に支持するのがよい。挟持部材は、撓み振動するもの、縦振動するものなど、任意に選択できる。

付勢手段としては、シリンダ、ソレノイドなどのアクチュエータを用いてもよいし、単なるバネ材でもよい。アクチュエータを用いた場合には、容易に接合部材の挟持、解放ができるので、接合作業に関する動作を遅延させない。バネ材を用いた場合には、接合部材を印加部材と挟持部材との間から取り出す際に、バネ材による付勢力を解除する何らかの機構を設けるのがよい。

【0014】

請求項6のように、印加部材は、接合部材の超音波振動方向の一側面を支える第1面と、被接合面に対してほぼ平行で接合部材の上面を支える第2面とを有し、第2面に接合部材を吸着する吸着穴を設けるのがよい。

印加部材に接合部材の側面を支える第1面と、上面を支える第2面とを設ければ、印加部材から接合部材への押圧荷重を容易に加えることができるし、接合部材への押し込み量の制御も簡単である。また、上面を支える第2面が被接合面に対してほぼ平行であるから、部品保持時の傾きを無くすことができ、被接合面に対してほぼ平行に接合することができる。

【0015】

請求項7は請求項3と同様に荷重制御で接合部材を被接合面に接合する場合であり、請求項8は請求項4と同様に位置制御で接合部材を被接合面に接合する場合である。

前者の場合には、安定した接合品質を得ることができ、後者の場合には接合部材と被接合面とのギャップ制御が簡単になる。

【0016】

請求項9は、印加部材として、略左右対称な略逆三角形状に形成された超音波ホーンを用いたものである。超音波ホーンの左右少なくとも一方の頂部に振動子が取り付けられ、超音波ホーンの下頂部に、接合部材に超音波振動を与える出力部が設けられ、振動子から超音波ホーンの左右いずれかの頂部に隣接する斜辺に対してほぼ平行な超音波振動が入力されたとき、出力部から水平方向の超音波振動

が出力される。

このように出力部である下頂部には水平方向の超音波振動が得られ、しかも超音波ホーンに撓みが発生しないので、水平方向の超音波振動を接合部材に与えることができ、良質な接合を実現できる。

また、上記逆三角形のホーンの場合、ホーンの下頂部に対向する上辺の中央部付近に、最小振幅領域（ノード領域）が存在する。超音波ホーンの下頂部を接合作用部として使用した場合、上記ノード領域を荷重入力部とし、この入力部に下向きの押圧荷重を印加すれば、超音波ホーンの振動が阻害されず、また荷重印加手段に超音波振動が伝播せず、悪影響を与えない。しかも、荷重印加手段と超音波ホーンとの連結部が押圧ベクトルの軸線上またはその近傍に位置しているので、超音波ホーンに曲げ応力を発生させず、接合対象物に押圧荷重を直に作用させることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】

図1は本発明にかかる超音波接合装置を備えたボンディング装置の一例、特にバンプ付きのチップ部品を基板にフェイスダウン実装する装置の全体構成を示す。このボンディング装置の装置フレーム1の上面には、被接合面の一例である基板2を搭載支持する装着ステージ3、および接合部材であるバンプ付きのチップ部品4を整列収容した部品供給部5が装備されている。装置フレーム1の上方には、部品搬送ステージ6、部品供給部5から取り出された部品4を部品搬送ステージ6に供給する部品供給ユニット7、部品搬送ステージ6に供給された部品4を受け取って装着ステージ3上の基板2に接合する超音波接合装置8、およびこの超音波接合装置8を支持して昇降させる昇降ブロック9などが配備されている。ここで、装着ステージ3は、超音波接合装置8に保持された部品4に対する位置合わせのため、X方向およびY方向に水平移動可能に構成されており、その上に支持された基板2を内蔵ヒータにより加熱している。また、部品搬送ステージ6は、部品供給ユニット7によって供給された部品4を超音波接合装置8の上下移動経路内に搬入して、超音波接合装置8に受け渡すよう、Z方向およびX方向に移動可能に構成されている。

【 0 0 1 8 】

図 2、図 3 は昇降ブロック 9 の具体的な構造の一例を示し、図 4 は超音波接合装置 8 の一例の詳細な構造を示す。

昇降ブロック 9 は、ベース 4 0、ベース 4 0 に固定されたサーボモータ等からなる昇降駆動装置 4 1、ベース 4 0 にガイド部 4 2 によって上下方向に移動自在に取り付けられたスライド板 4 3、スライド板 4 3 上に固定されたエアシリンダ等からなる荷重印加装置 3 0 などを備えている。昇降駆動装置 4 1 の回転軸はネジ軸 4 1 a で構成され、このネジ軸 4 1 a がスライド板 4 3 に設けられたナット部 4 8 に螺合している。なお、ネジ軸 4 1 a の先端部は軸受 4 9 により回転自在に支持されている。昇降駆動装置 4 1 を駆動することにより、スライド板 4 3 は上下に移動し、後述する超音波ホーン 1 0 に保持された部品 4 を基板 2 まで降下させることができる。荷重印加装置 3 0 はピストンロッド 3 1 を有し、ピストンロッド 3 1 の下端には押圧治具 3 2 が固定されている。押圧治具 3 2 は、後述するように、超音波ホーン 1 0 の連結部 1 8 に連結されている。荷重印加装置 3 0 の一方の室 3 0 a に配管 4 4 を介して加圧エアを供給すると、ピストンロッド 3 1 を介して超音波ホーン 1 0 に下方への押圧荷重を与えることができる。一方、他方の室 3 0 b に存在しているエアは、配管 4 5 を介して排出することができる。スライド板 4 3 と押圧治具 3 2 との間には、自重キャンセル用のバネ 4 6 が張設されている。なお、このバネ 4 6 は、超音波ホーン 1 0 の自重だけでなく、押圧治具 3 2 やこの内部にあるアクチュエータ 3 3 など、バネ 4 6 に吊るされている全ての構成部品の自重をキャンセルしている。そのため、超音波ホーン 1 0 から接合対象物（部品 4 と基板 2）に対する押圧荷重には、これら構成部品の自重が作用せず、荷重印加装置 3 0 の室 3 0 a に供給されるエア圧のみで設定できるようにしてある。

なお、バネ 4 6 の代わりに、他方の室 3 0 b に配管 4 5 を介して加圧エアを供給することによって、自重をキャンセルすることも可能である。

上記実施例では、荷重印加装置 3 0 としてエアシリンダを用いたが、これに限らず、ボイスコイルモータ、モータとボールねじ機構の組み合わせなどの他の手段を用いることもできる。

【0019】

押圧治具 32 は、ボックス形状に形成されており、その内部には例えばエアースリンダなどからなる直動型のアクチュエータ 33 が固定されている。アクチュエータ 33 の作動軸 33a は図 2 の水平方向に移動するものであり、作動軸 33a には回転自在なピン 34 を介して挟持部材 35 の上端のノード部が軸支されている。なお、33b はアクチュエータ 33 を作動させるためのエア配管である。押圧治具 32 の下面には一対の軸受部 32a が一体的に垂設されており、これら軸受部 32a の間に、挟持部材 35 の中間ノード部に固定された揺動軸 36 の両端部が軸受けされている。そのため、アクチュエータ 33 の作動軸 33a を前進させると、挟持部材 35 は揺動軸 36 を支点として回転し、後述するように部品 4 を超音波接合装置 8 のホーン 10 とで挟持することができる。この実施例の挟持部材 35 は、ホーン 10 が発生する超音波振動の周波数（例えば 60 kHz）近傍で 3 次の撓み振動をするように、材質、形状が設計された棒状部材であり、超音波接合装置 8 のホーン 10 の縦穴 10b を上下に非接触で貫通している。また、揺動軸 36 もホーン 10 の横穴 10c を前後に非接触で貫通している。そのため、挟持部材 35 および揺動軸 36 はホーン 10 と非接触状態にある。なお、ホーン 10 には、縦穴 10b と左右対称位置にバランス用の縦穴 10d が形成されている。

【0020】

上記のように、挟持部材 35 の上端ノード部が作動軸 33a に連結され、中間ノード部に揺動軸 36 が固定されているので、挟持部材 35 が図 4 に示すように 3 次撓みモードで振動したとき、作動軸 33a や揺動軸 36 に振動が殆ど伝わらず、振動の漏れを防止できる。挟持部材 35 の下端部、つまり振動の腹の位置には、樹脂などで形成された当接部材 37 が着脱可能に固定されている。この当接部材 37 は、部品 4 の超音波振動方向の一側面を押圧する。

【0021】

この実施例では、挟持部材 35 の材質は超硬合金（ヤング率 580 GPa、密度 $13.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ）であり、その 3 次の撓み振動の共振周波数は約 61 kHz に設定されている。すなわち、挟持部材 35 の共振周波数を超音波振動

の周波数（60 kHz）に対して、1 kHz 分だけ意図的にずらしている。そのため、挟持部材 35 の超音波振動の周波数における振幅が、共振周波数における振幅（最大振幅）より小さくなり、挟持部材 35 の下端部に取り付けられた当接部材 37 の振幅と、後述するように超音波ホーン 10 の下頂部 11 に取り付けられた当接部材 17 の振幅とをほぼ同一にすることができる。その結果、両当接部材 37、17 の間で部品 4 を安定して挟持でき、部品 4 に対して超音波振動を効果的に印加できる。両当接部材 37、17 の振幅差は 10 % 以内であればよく、この実施例の場合には、周波数を 1 kHz 分だけずらすことで、振幅差を約 5 % としてある。なお、周波数のずらし量は挟持部材 35 の材質やサイズ等によって異なる。

【0022】

超音波接合装置 8 は、上述のようにバンプ付きの部品 4 を基板 2 に対して押圧荷重と超音波振動とを加えて接合するものであり、逆二等辺三角形形状の超音波ホーン 10 を備えている。超音波ホーン 10 の本体は、アルミ合金、超硬合金、チタン合金、ステンレスなどの金属材料で一体形成されたものである。超音波ホーン 10 の下頂部 11 と左右の頂部 12、13 にはそれぞれカット面が設けられている。下頂部 11 のカット面は上辺 14 に対して平行であり、左右の頂部 12、13 のカット面はそれぞれ斜辺 15、16 に対してほぼ垂直である。この実施例の下頂部 11 の頂角 θ は $60^\circ \sim 150^\circ$ 、好ましくは $90^\circ \sim 120^\circ$ の範囲に設定されている。

この実施例では、超音波ホーン 10 の上辺 14 が 2 つの斜面 14a、14b と 1 つの底面 14c とを持つ凹状に形成したものであるが、上辺 14 が平坦であってもよいし、凸状であってもよい。

【0023】

超音波ホーン 10 の下頂部 11 のカット面には、耐摩耗性材料（例えば超硬合金、セラミックス、ダイヤモンド等）よりなる当接部材 17 が着脱可能に固定されている。当接部材 17 は、図 4 に示すように部品 4 の超音波振動方向の一側面を支持する面 17a と、部品 4 の上面を支持する面 17b とを有する L 字形断面部材である。部品 4 の超音波振動方向の他側面が上記挟持部材 35 の当接部材 3

7によって支えられる。

なお、当接部材 17 には部品 4 を吸着するための吸着穴 17c が形成されている。この吸着穴 17a は超音波ホーン 10 に設けた吸引穴 10a と連通しており、吸引穴 10a の上端部は図 2 に示す真空配管 47 を介して真空吸引装置（図示せず）と接続されている。なお、真空配管 47 は柔弾性材料からなるホースで構成するのがよい。

【0024】

超音波ホーン 10 の左右一方の頂部（ここでは右頂部 13）のカット面には、圧電振動子 20 が固定されており、超音波ホーン 10 の右頂部 13 に対して斜辺 16 と平行な超音波振動 U_{in} を与える。振動方向は斜辺 16 に対して $\pm 10^\circ$ 程度の角度ずれがあってもよい。振動周波数としては、例えば $20\text{ kHz} \sim 200\text{ kHz}$ の範囲が望ましいが、ここでは約 60 kHz を用いた。なお、超音波ホーン 10 は左右対称形状であるから、振動子 20 を左右いずれの頂部 12, 13 に設けても、同様の作用効果を有する。下頂部 11 に対向する上辺 14 の中央部付近であって、かつ上辺 14 からやや下方位置の表裏両面にフランジ状の連結部 18 が突設されている。連結部 18 は、ホーン 10 の振動のノード部に設けられており、連結部 18 の突出長さは超音波振動周波数で共振しないように設計されている。上記連結部 18 には、上記荷重印加装置 30 のピストンロッド 31 が押圧治具 32 を介して連結されている。押圧治具 32 には 2 本の脚部 32b が下方へ突設され、これら脚部 32b がボルトなどの締結具 38 によって連結部 18 に固定されている。そのため、押圧治具 32 が超音波ホーン 10 の連結部 18 以外の部位に接触することがない。

【0025】

上記のような形状の超音波ホーン 10 に対し、例えば右頂部 13 に斜辺 16 とほぼ平行な超音波振動 U_{in} を入力すると、下頂部 11 には水平方向（被接合面 2 と平行）の振動 U_{out} が発生する。しかも、下頂部 11 では右頂部 13 より振幅が大きい。つまり、右頂部 13 から入力された超音波振動 U_{in} の振幅が増幅されて、下頂部 11 から大きな超音波振動 U_{out} が出力される。

また、超音波ホーン 10 のノード領域内に設けた連結部 18 を荷重入力部とし、

この入力部 18 に荷重印加装置 30（押圧治具 32）を連結してあるので、連結部 18 から荷重印加装置 30 へ超音波振動が伝播せず、外乱振動を発生させない。荷重印加装置 30 によって下向きの押圧荷重を印加すれば、押圧荷重のベクトルが下頂部 11 を通るので、超音波ホーン 10 に撓みを発生させず、下頂部 11 に押圧荷重を直に作用させることができる。そのため、超音波振動と押圧荷重とを接合面 2 全体に均一に作用させることができ、均一で良好な接合を得ることができる。

【0026】

上記のように、部品 4 の超音波振動方向の両側面は、ホーン 10 に設けられた当接部材 17 と、挟持部材 35 に設けられた当接部材 37 とで挟持されている。当接部材 37 は、超音波振動によって同期振動する挟持部材 35 に設けられているので、両当接部材 17, 37 が同期して振動し、ホーン 10 の振動が効率よく部品 4 に伝えられる。特に、この例では挟持部材 35 の振動の腹の部分（当接部材 37）で部品 4 を支持しているので、ホーン 10 の振動が殆どロスなく部品 4 に伝達される。

本発明では、ホーン 10 と挟持部材 35 とで部品 4 の超音波振動方向の両側面を挟持しながら振動させるので、部品 4 を大きな振幅（例えば $1\ \mu\text{m}$ 以上）で振動させることができる。そのため、接合面 2 に対して大きな接合エネルギーを発生させることができ、短時間接合、常温接合が可能になる。

また、接合部材の超音波振動方向の両側面を印加部材と挟持部材とで挟持するので、従来の面取りを設けた場合に比べて、接合部材の一部に大きな力が作用することがなく、接合部材の割れや欠けを防止できる。

【0027】

ここで、上記構成よりなるボンディング装置の動作を説明する。

部品 4 を基板 2 にボンディングする際には、装着ステージ 3 上に搭載支持された基板は、装着ステージ 3 に内蔵されたヒータにより予め加熱されている。部品 4 を当接部材 17, 37 間で保持するには、アクチュエータ 33 を挟持部材 35 の先端の当接部材 37 が当接部材 17 から開く方向に駆動し、当接部材 17 を部品搬送ステージ 6 上に供給された部品 4 の側面に当接させ、次にアクチュエータ 3

3を閉じ方向に駆動し、部品4を当接部材17, 37の間で挟持する。次に、基板2と部品4とを位置合わせした後、超音波接合装置8を降下させ、基板2に部品4を接触させて、荷重印加装置30により所定の押圧荷重を印加する。ここで、圧電振動子20から超音波ホーン10の右頂部13に対して超音波振動 U_{in} を印加すると、当接部材17には被接合面2に対してほぼ平行な振動 U_{out} が発生し、部品4に振動が伝達される。このとき、挟持部材35にも部品4を介して振動が伝達され、挟持部材35は同期振動する。その結果、ホーン10の当接部材17と部品4と挟持部材35の当接部材37は同期して振動し、部品4は基板2に対して確実に接合される。

【0028】

図5, 図6は本発明にかかる超音波接合装置を備えた昇降ブロックの第2実施例を示す。

第1実施例では、荷重印加装置30によって所定の押圧荷重を印加しながら、超音波振動により部品4と基板2とを接合したが、この実施例では、荷重制御に代えて位置制御によって部品4を基板2に対して接合し、そのギャップ量を制御するようにしたものである。なお、図2, 図3と同一部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

治具32の上方にはシャフト50aとブッシュ50bとからなるスライドガイド50が設けられている。シャフト50aは治具32の上面に連結されており、ガイドケース52の内部に設けられたブッシュ50bおよびガイドブレーキ51に挿通されている。ガイドブレーキ51はシャフト50aを締結、解放の2位置に制御する。また、ガイドケース52と治具32との間に自重キャンセル用のバネ46が張設されている。なお、バネ46の上端はスライド板43に連結してもよい。

【0029】

上記構成の昇降ブロックの作動は次の通りである。

まずガイドブレーキ51を解放した状態で、部品4を保持した超音波接合装置8を降下させ、基板2に部品4を接触させる。このとき、超音波接合装置8は自重キャンセル用のバネ46で吊り下げられているため、部品4に設けられたバンプ

は殆ど潰れない。このようにすることで、基板 2 に凹凸があっても、バンプが殆ど潰れないようにする（潰れ量を一定にする）ことが可能となる。

次に、ガイドブレーキ 51 を作用（締結）させて、超音波接合装置 8 をスライド板 43 に対して上下方向に動かないように拘束する。そして、昇降駆動装置 41 を駆動してスライド板 43 を降下させると、超音波接合装置 8 も一体に降下する。このとき、同時に超音波を印加し、部品 4 を基板 2 に接合する。所定量降下した後、降下を停止することで、接合を完了する。

【0030】

部品 4 の超音波振動方向の両側面を当接部材 17, 37 で挟持しているので、部品 4 に振動を伝達するための摩擦力を発生させる荷重を印加する必要がない。そのため、バンプを必要以上に潰すことなく、部品 4 と基板 2 とを接合することができる。また、超音波接合装置 8 の降下量を制御することで、接合後の部品 4 と基板 2 とのギャップを所望の値に制御することができる。

【0031】

図 7 は超音波接合装置の第 3 実施例を示す。

この実施例では、上下方向の荷重を印加する荷重印加装置 60 の下端部にホルダ 61 が固定され、このホルダ 61 の一方の脚部 61a に超音波ホーン 62 が取り付けられている。超音波ホーン 62 の一端部には振動子 63 が取り付けられ、他端部つまり振動の腹の部分に棒状の印加部材 64 が連結されている。印加部材 64 はホーン 62 から超音波振動を受け、ホーン 62 との連結部と、下端部とを振動の腹とする撓み振動を発生する。印加部材 64 の下端部には、部品 4 の超音波振動方向の一側面および上面を支持する当接部材 65 が取り付けられており、当接部材 65 は部品 4 に対して下方向の押圧荷重と水平方向の超音波振動とを印加する。

【0032】

ホルダ 61 の他方の脚部 61b の下端部にはアクチュエータ 66 が固定され、このアクチュエータ 66 の下面には、アクチュエータ 66 によって水平方向に移動可能な作動部材 67 が設けられている。作動部材 67 は、縦振動モードで振動する挟持部材 68 のノード部に連結部 67a を介して連結されている。挟持部材 6

8は、印加部材64の共振周波数とほぼ等しい共振周波数を持ち、基板2（被接合面）に対してほぼ平行に縦振動（伸縮振動）する部材であり、連結部67aはそのノード部に位置しており、振動の腹の部分で部品4の超音波振動方向の他側面を支持している。なお、挟持部材68の部品4との接触部に樹脂などからなる当接部材を設けてもよい。

【0033】

上記実施例の超音波接合装置の場合も、振動子63からホーン62に超音波振動を印加すると、ホーン62によって増幅された超音波振動が印加部材64に伝達され、撓み振動する。部品4の超音波振動方向の両側面は印加部材64に取り付けられた当接部材65と挟持部材68とで挟持されているので、撓み振動する印加部材64と部品4と挟持部材68とが同期して振動する。そのため、超音波振動が効率よく部品4に伝達され、部品4を基板2に対して確実に接合することができる。

【0034】

上記実施例では、バンプ付き部品の基板へのフリップチップ実装について説明したが、本発明はTABと呼ばれる複数のリードを有するテープに対するチップのボンディングや、金属同士の接合にも適用できる。つまり、金属と金属とを超音波振動を利用して接合するすべての装置に適用可能である。

第1、第2実施例では、超音波ホーン10の下頂部に当接部材を取り付けたが、下頂部に接合部材の超音波振動方向の一側面や上面に当接する支持面を直接設けてもよい。

第1、第2実施例では、超音波ホーン10の左右いずれかの頂部に振動印加手段（振動子）を取り付けたが、左右両方の頂部にそれぞれ振動子を取り付けることも可能である。この場合には、出力部である下頂部に大きな出力を得ることができる。但し、その場合には、それぞれの振動子の振動数を同一とし、かつその位相を反転させる必要がある。

第1実施例において、挟持部材35の揺動軸36を超音波ホーン10とは別の押圧治具32の軸受部32aで支持したが、ホーン10のノード部に支持することも可能である。但し、軸受部32aに支持した方が振動の漏れが少なくなるので

望ましい。

【0 0 3 5】

【発明の効果】

以上の説明で明らかなように、請求項 1 に係る発明によれば、接合部材の超音波振動方向の両側面を印加部材と挟持部材とで挟持したので、印加部材と接合部材と挟持部材とが同期して振動し、印加部材の振動が効率よく接合部材に伝えられる。そのため、接合部材に面取りなどの格別な加工を施すことなく、接合部材に安定して振動を伝達することができ、低コストで良好な接合品質を得ることができる。

また、摩擦力に左右されずに振動を接合部材に伝達できるので、接合部材を大きな振幅で振動させることができ、接合部に対して大きな接合エネルギーを発生させることができ、短時間接合、常温接合が可能になる。

さらに、接合部材の超音波振動方向の両側面を印加部材と挟持部材とで挟持するので、従来の面取りを設けた場合に比べて、接合部材の一部に大きな力が作用することがなく、接合部材の割れや欠けを防止できるという効果がある。

【0 0 3 6】

請求項 4 に係る発明によれば、請求項 1 に係る超音波接合方法を簡単な装置で実施できる。また、挟持部材を印加部材とで接合部材を挟持する方向に付勢している付勢手段は、挟持部材のノード部に連結されているので、付勢手段に振動が伝わることなく、振動子の振動が印加部材、接合部材、挟持部材へ効率よく伝達される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明にかかる超音波接合装置を備えたボンディング装置の全体斜視図である。

【図 2】

図 1 に示す昇降ブロックの正面図である。

【図 3】

図 2 に示す昇降ブロックの左側面図である。

【図 4】

図 2 に示す超音波接合装置の第 1 実施例の拡大断面である。

【図 5】

昇降ブロックの第 2 実施例の正面図である。

【図 6】

図 5 に示す昇降ブロックの左側面図である。

【図 7】

本発明にかかる超音波接合装置の第 3 実施例の正面図である。

【図 8】

従来の超音波接合装置の一例の正面図である。

【図 9】

従来の超音波接合装置の他の例の一部断面図である。

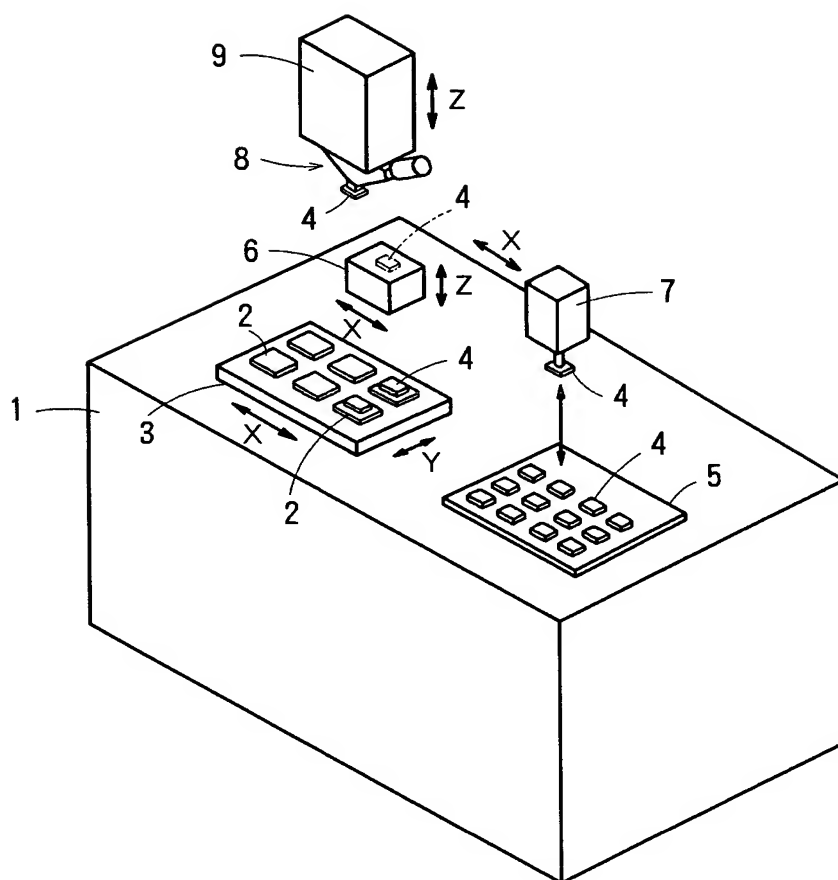
【符号の説明】

2	基板（被接合面）
4	部品（接合部材）
8	超音波接合装置
1 0	超音波ホーン（印加部材）
1 7	当接部材
2 0	振動子
3 3	アクチュエータ（付勢手段）
3 5	挟持部材
3 7	当接部材

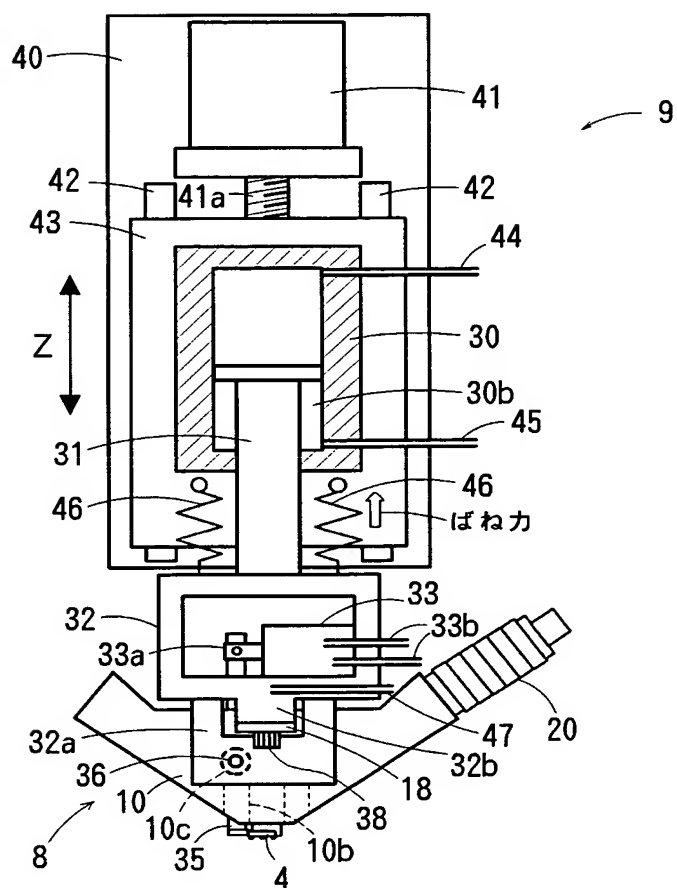
【書類名】

図面

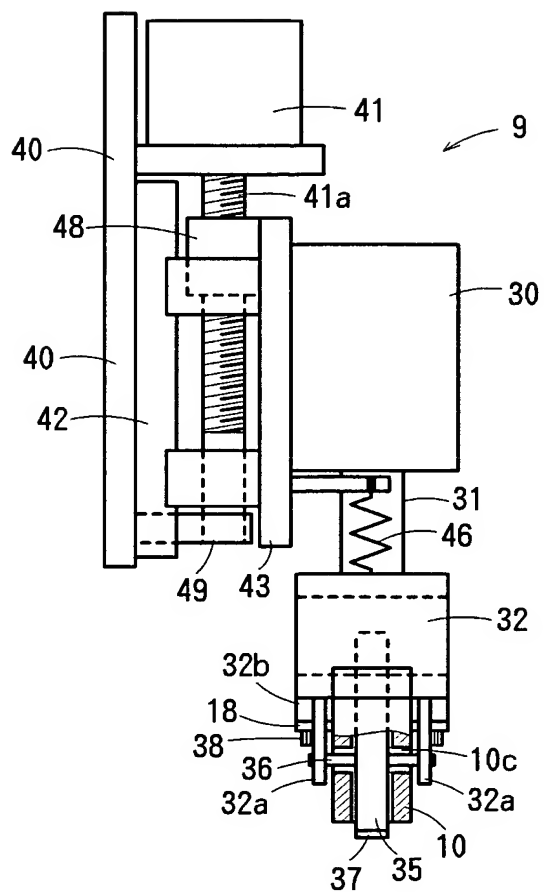
【図 1】



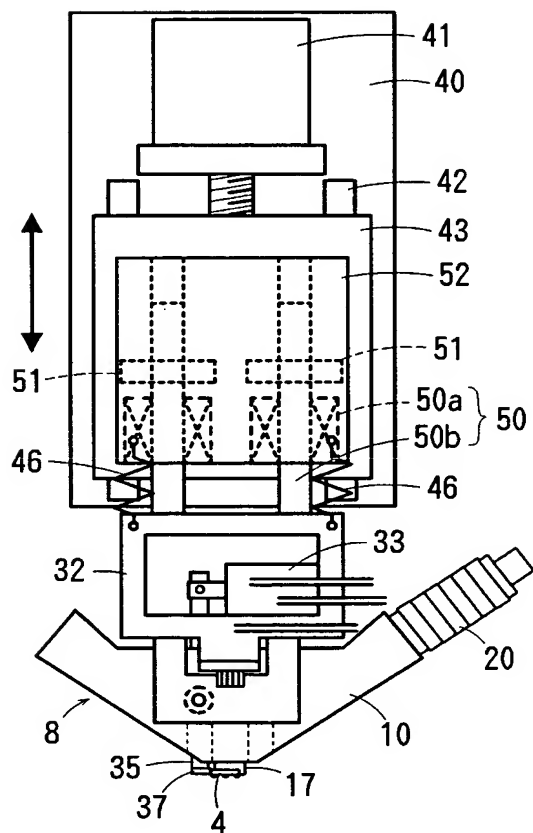
【図 2】



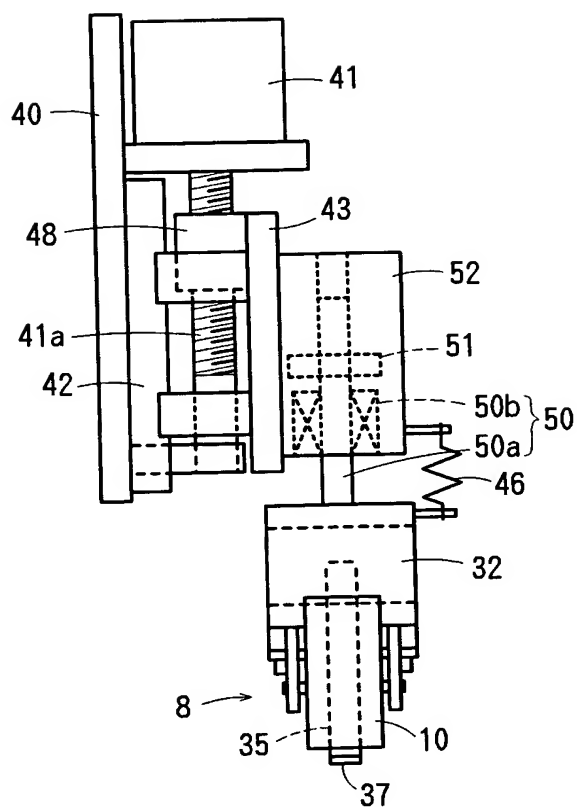
【図 3】



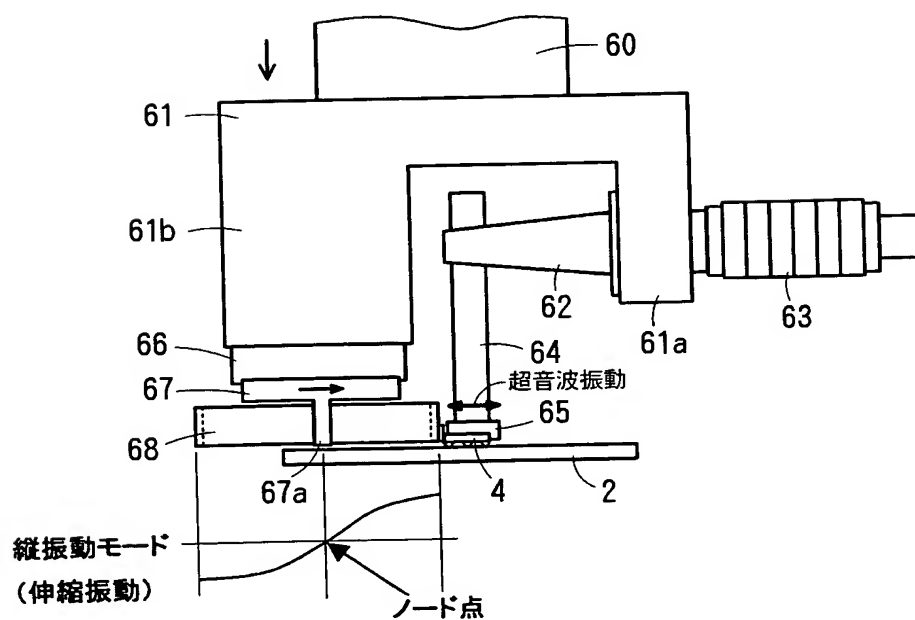
【図 5】



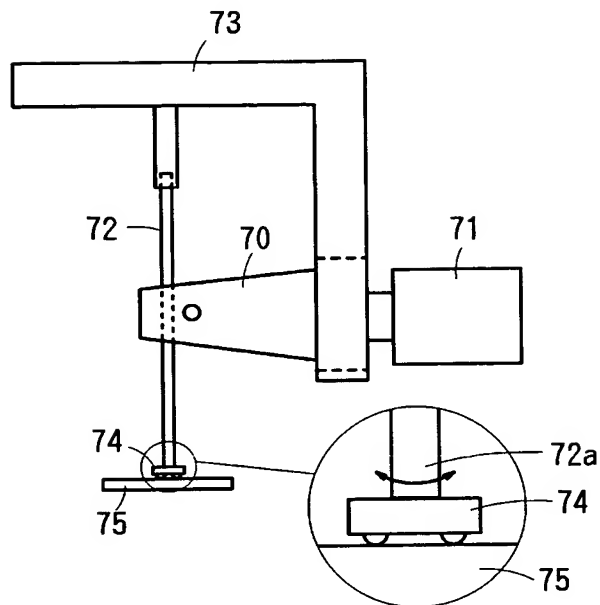
【図 6】



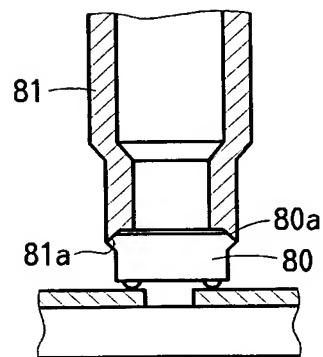
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 印加部材による超音波振動を効率よく接合部材に伝えることができ、良好な接合品質を得ることができるとともに、接合部材に面取り部などの格別な加工を必要とせず、接合部材の傾きや、割れ、欠けなどの発生を防止できる超音波接合方法を提供する。

【解決手段】 接合部材 4 に超音波振動を加えて被接合面 2 に対して接合する超音波接合方法であって、接合部材 4 の超音波振動方向の両側面を、所定の超音波振動を印加する印加部材 1 0， 1 7 と、挟持部材 3 5， 3 7 とで挟持する。挟持部材 3 5， 3 7 を印加部材 1 0， 1 7 から接合部材 4 を介して伝達される超音波振動によって同期振動させ、接合部材 4 を印加部材 1 0， 1 7 に押しつけた状態で接合部材 4 を被接合面 2 に対して接合する。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 3 - 1 9 8 2 7 9

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 2 3 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号

氏 名

株式会社村田製作所